

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **„ Удосконалення технології ремонту карданних передач
вантажних автомобілів з використанням розробленого стенду для
їх розбирання та збирання ”**

Виконав: студент 4 курсу групи Ат-43сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Рабій Андріан Віталійович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Рис В.І.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА

“ 27 ” листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Рабію Андріану Віталійовичу

1. Тема роботи: „ Удосконалення технології ремонту карданних передач вантажних автомобілів з використанням розробленого стенду для їх розбирання та збирання ”

Керівник роботи: Рис Василь Іванович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 17 червня 2024 року.

3. Вихідні дані: _____
3.1. Звітні матеріали про діяльність ремонтних майстерень підприємств.
Звітні матеріали власників техніки про наявність і використання
ремонтно-обслуговуючої бази. Кількість вантажних автомобілів зони
обслуговування

4. Перелік питань, які необхідно розробити
Вступ

1. Аналіз конструкції карданної передачі

2. Технологічний процес ремонту карданної передачі

3. Конструктивна частина

4. Охорона праці

5. Техніко-економічна ефективність

Висновки

Список літературних джерел

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:
- 5.1 Загальний вигляд карданного валу; _____
- 5.2 Можливі несправності, причини та методи усунення несправностей карданної передачі. _____
- 5.3 Розміщення міток та маслянок на карданних валах; _____
- 5.4 Дефектація вилки карданного вала автомобіля КрАЗ-Н12.2; _____
- 5.5 Дефектація карданного вала автомобіля КрАЗ-Н12.2 _____
- 5.6 Стенд для розбирально-складальних операцій карданних передач _____
- 5.7 Результати розрахунків техніко-економічної ефективності _____

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Рис В.І. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	Написання розділу: «Аналіз конструкції карданної передачі»	27.11.2023–15.02.2024	
2.	Виконання другого розділу: «Технологічний процес ремонту карданної передачі»	16.02.2024–15.03.2024	
3.	Виконання третього розділу: «Конструктивна частина»	16.03.2024–30.04.2024	
4.	Написання розділу: «Охорона праці»	01.05.2024–15.05.2024	
5.	Виконання розділу: «Техніко-економічна ефективність»	16.05.2024–01.06.2024	
6.	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення проєкту в цілому	02.06.2024–17.06.2024	

Студент _____ Андріан РАБІЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Василь РИС

У Д К 631: 629

Кваліфікаційна робота: 49 с. текст. част., 10 рис., 5 табл., 31 джерело.

Удосконалення технології ремонту карданних передач вантажних автомобілів з використанням розробленого стенду для їх розбирання та збирання. Рабій Андріан Віталійович – Кваліфікаційна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені Олександра Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2024р.

Ключові слова: наробіток, відмова, складання, пристосування, контроль, якість, надійність.

Завданнями кваліфікаційної роботи є аналіз можливих шляхів подальшого вдосконалення ремонтної бази, демонстрація організаційної моделі ремонтної майстерні, проведення підбору обладнання та розробка технічної схеми ремонтно-складальних дільниць, вдосконалення процесу ремонту карданного приводу, тобто шляхом впровадження нової техніки, новітньої техніки здійснювати комплексні заходи щодо підвищення технічного рівня виробництва і підприємств окремих регіонів.

Проаналізовано конструкції карданних передач і було виявлено, що карданні передачі конструктивно однакові по будові і принципу роботи.

Визначено загальне навантаження та параметри цеху ремонту машин, розраховано час та кількість робітників та обладнання.

Запропоновано стенд для ремонту карданної передачі під час виконання технологічних операцій розбирання-складання карданних валів вантажних автомобілів

Розглянуто питання охорони праці.

Економічні розрахунки показують, що термін окупності капітальних вкладень становить 3,22 року.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ.....	8
1.1. Будова та принцип роботи.....	9
1.2. Різновиди карданних передач.....	10
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ.....	12
2.1 Технічні умови на огляд і діагностику карданної передачі.....	12
2.2 Вимоги до пошкодження вилки перемикачів карданного вала.....	13
2.3 Розбирання карданної передачі.....	15
2.4.Складання карданної передачі.....	17
2.5 Вимоги до пошкодження вилки перемикачів карданного вала.....	19
2.6 Визначити щорічне напруження на технічне обслуговування та ремонт.....	23
2.7 Технічне обслуговування передач.....	25
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	28
3.1 Причини необхідності розробки пристрою для розбирання (складання) карданних валів.....	28
3.2 Обґрунтованість обраної конструкції обладнання.....	29
3.3 Інструкція з розбирання (встановлення) пристрою карданного вала.....	30
3.4 Розрахунок міцності пальців.....	30
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	32
4.1 Вимоги охорони праці до виробничого обладнання, технологічних процесів і до будівлі.....	32
4.2 Аналіз потенційних небезпек в центральній ремонтній майстерні	32
4.2.1 Аналіз стану з охорони праці в центральній ремонтній майстерні.....	32
4.2.2. Виробничі небезпеки виявлені в центральній ремонтній майстерні..	33
4.3 Вимоги безпеки під час роботи на металообробних верстатах.....	38
4.4 Розрахунок обміну повітря, освітлення і потреба в засобах пожежогасіння.....	38

4.4.1 Розрахунок вентиляції у ковальській ділянці МРМ.....	38
4.4.2 Розрахунок природного освітлення.....	39
4.4.3 Розрахунок штучного освітлення.....	40
4.4.4 Розрахунок засобів пожежогасіння.....	40
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	42
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47

ВСТУП

Автомобільні парки сільськогосподарських підприємств поповнюються новою енергоємною технікою, яка пред'являє високі вимоги до її надійності.

Важливу роль у підвищенні ефективності використання МТП відіграє якісне, своєчасне технічне обслуговування та ремонт із застосуванням новітніх методів і засобів діагностики. Тому для підтримання устаткування в справному стані та його ремонту створюється ряд підприємств, які володіють необхідними приміщеннями, обладнанням, інструментом, транспортом, зв'язком, матеріальними запасами, трудовими ресурсами і утворюють єдине підприємство, структурний підрозділ - ремонтно-експлуатаційна база (РЕБ) агропромислового комплексу [2].

Тільки шляхом створення високонадійного устаткування, розумної модернізації недосконалих агрегатів, ремонту складних деталей в процесі обслуговування можна знизити витрати на технічне обслуговування (ТО) і ремонт устаткування. При цьому ресурс відремонтованої машини не повинен бути меншим, ніж у нової, що досягається якісним ремонтом робочих частин.

Досвід технічно розвинених країн показує, що в реальному житті існують різні можливі форми і методи обслуговування обладнання. В основному це фірмовий ремонт з якісним відновленням робочих частин, якісним обслуговуванням і ремонтом із залученням представників заводу, а також невеликі приватні професійні майстерні з ремонтом і відновленням деталей 2-3 найменувань.

Важливими організаційними моментами для підвищення якості економічного обслуговування МТП є:

- Поставка якісних комплектів запчастин;
- Зменшити різноманітність машин у підприємстві;
- Використовувати у виробництві передові досягнення науки і техніки.

Від професійної підготовки інженерно-технічних працівників, особливо головного інженера, значною мірою залежить реалізація всіх тих вимог, які зараз

є в господарстві, в його експлуатаційній базі. Як представники технічних служб інженери повинні володіти сучасними теоретичними знаннями та практичними навичками діагностики, ремонту та ремонту машин. Він повинен:

- забезпечити ефективне використання машинно-тракторних стоянок;
- правильно організувати технічне обслуговування, зберігання та ремонт сільськогосподарської техніки.

Ця кваліфікаційна робота присвячена технічному переоснащенню сільськогосподарських цехів, оптимізації їх планування, підбору обладнання та працівників, організації безперебійної роботи.

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ

Карданна передача - механізм, який передає крутний момент між валами, які перетинаються в центрі карданної передачі і мають можливість взаємного кутового переміщення. Вона широко використовується в різних сферах діяльності людини, де важко забезпечити центрування обертових елементів.

Карданна передача на честь Джероламо Кардано, який описав її в 16 столітті. (втім, швидше за все, не він це придумав).

В автомобілях, в разі класичного або повнопривідного компонування, для передачі крутного моменту від коробки передач (роздавальної коробки) на карданний вал використовується карданний вал. Також використовується в травмобезпечних рульових колонках для з'єднання рульового вала і рульового приводу (рульового механізму або рульової рейки) [26-31].

Карданні передачі мають суттєвий недолік — асинхронне обертання валів (якщо один вал обертається рівномірно, то інший обертається нерівномірно), яке збільшується зі збільшенням кута між валами. Це виключає можливість використання універсальних трансмісій в багатьох пристроях, наприклад, в передньопривідних автомобілях. Цей недолік можна певною мірою компенсувати використанням пар шарнірів на одній осі, які повертаються на чверть оберту відносно один одного. Але там, де потрібна синхронізація, карданні передачі зазвичай не використовують, а використовують шарніри (шкворні) з постійною кутовою швидкістю - більш досконалу, але більш складну конструкцію.

Карданний вал автомобіля кріпиться на рамі або кузові автомобіля за допомогою пружних елементів підвіски, причому під час руху вал змінює своє положення відносно точки з'єднання. Для передачі крутного моменту від коробки передач на ведучий вал в цьому випадку використовується карданна передача. Вони також використовуються для приводу передніх і ведених коліс. Пристрій універсальної передачі ведучого моста складається з карданного вала, шарніра і проміжного кронштейна. Універсальні шарніри забезпечують

передачу крутного моменту між валами, осі яких перетинаються під різними кутами. Жорсткі карданні шарніри з нерівними і постійними кутовими швидкостями використовуються в автомобільних трансмісіях [26-31].

1.1. Будова та принцип роботи

Карданна передача забезпечує передачу крутного моменту від двигуна автомобіля до ведучих коліс. До трансмісії також входить карданний вал. Універсальна передача являє собою відкриту подвійну передачу з шарнірами з нерівними кутовими швидкостями і складається з чотирьох карданних валів.

Зовнішній вигляд карданного валу показано на рисунку 1.1. Він включає в себе такі елементи, як вилки, підшипники, шайби, гайки та сходинок.

Карданний вал - труба. Габаритні розміри цих компонентів різні, тому що різний і розмір автомобіля, а відповідно і відстань, на яку необхідно передати крутний момент. Крім того, необхідно враховувати необхідність передачі різних крутних моментів [3-6].

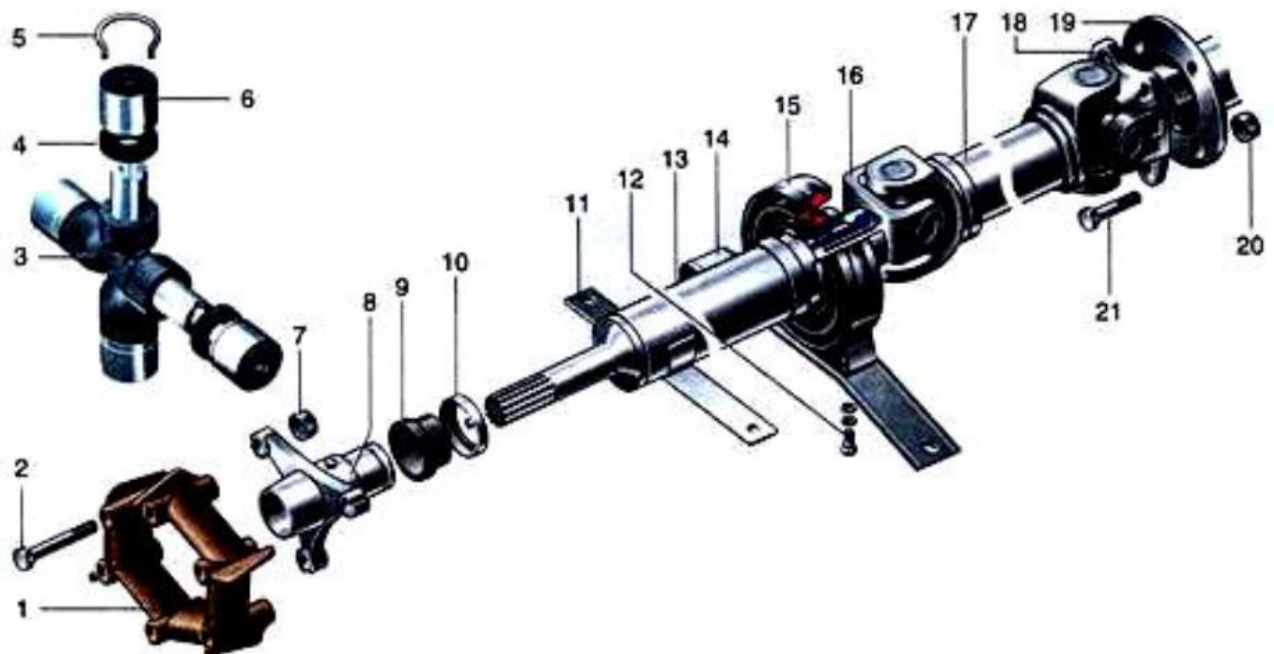


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд карданного валу: 1 – вилка фланець; 2 – підшипник; 3 – кільце для герметичності; 4 – хрестовик; 5 – вилка; 6 – гайка; 7 – гайка, 9 – гайка, 11 – шайба

Ці вали відрізняються дешевизною і простотою конструкції. Найбільш складними елементами є з'єднання, а саме шліцьові поверхні. По-перше, це пов'язано зі складністю виготовлення деталей для шліцьових з'єднань, а по-друге, з виготовленням вилок і рейок. Поперечина - важливий елемент, який забезпечує з'єднання двох вилок і передає крутний момент під певним кутом в залежності від конструкції автомобіля [3-6].

Також важливим етапом є збірка всіх вузлів в єдиний універсальний редуктор. Для цього потрібні спеціальні додаткові інструменти та обладнання. Центрування валів проводиться на спеціальних центровках, що забезпечує правильну роботу всієї системи.

1.2. Різновиди карданних передач

Кардан з нерівнокутовою швидкістю складається з жорстких елементів (рис. 2а): передньої вилки 1 і веденої вилки 4, хрестовини 2, на цапфах якої встановлені голчасті підшипники 3, а крутний момент передається від вилки 1 до вилки через хрестовину 4. При такій конструкції кутова швидкість веденої вилки веденого вала буде змінюватися двічі, збільшуючись і зменшуючись, за кожний оберт рівномірно обертової вилки ведучого вала. Тому такий тип шарніра називають нерівнокутовим [3-6].

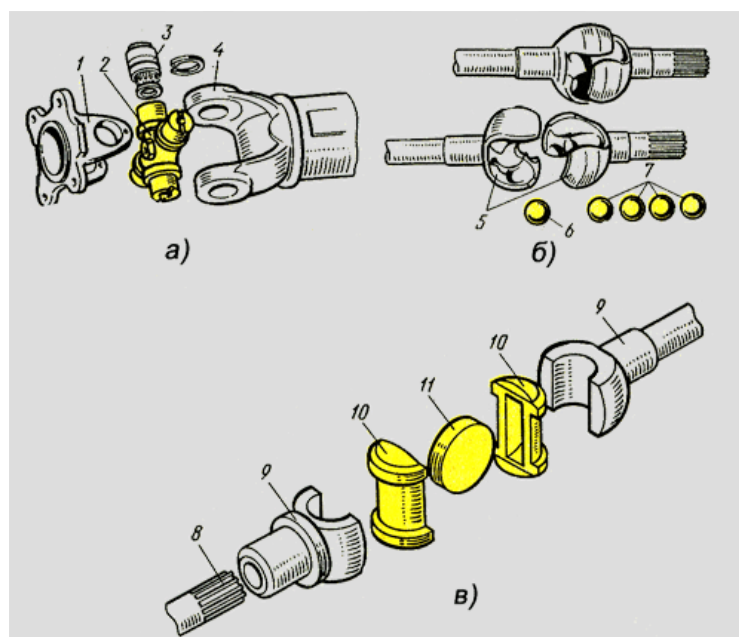


Рисунок 1.2 – Жорсткі карданні шарніри.

Для усунення нерівномірності обертання веденого вала в карданній передачі зазвичай використовують два шарніри з нерівними кутовими швидкостями, розташовані на обох кінцях карданного вала. Потім є нерівномірність обертання, яка виникає в першому приводному валу. Така універсальна передача називається дуплексною. Одна передача з жорстким карданним шарніром фактично не використовувалася.

У передніх кермових колесах і напрямних колесах автомобілів підвищеної прохідності використовуються два шарніри з однаковою кутовою швидкістю: кульовий і кулачковий.

Універсальний кульовий шарнір (рис. 2б) складається з двох фасонних кулаків 5 з овальними пазами, в яких розміщені напрямні кульки 7. Для центрування вилок на внутрішньому торці використовується сферична виїмка, в яку встановлюються центруючі кульки 6. .

При передачі крутного моменту, незалежно від кутового переміщення вилки в її овальній канавці, провідна кулька лежить у площині, що ділить кут між осями навпіл. В результаті обидві вилки обертаються з однаковою кутовою швидкістю.

Для приводу передніх коліс автомобіля «Урал-375» використовується карданний шарнір кулачка постійної кутової швидкості (рис. 2в). У конструкцію шарніра входить зовнішня піввісь колеса 8, яка входить в шліцьовий кінець вилки 9 шарніра. Внутрішній напіввісь з'єднаний з корпусом вилки шарніра 9, а його зовнішній кінець з'єднаний з шестернею диференціала через шліцьове з'єднання. У вилку 9 перемикач передач встановлений кулак 10, а в паз кулака 10 вставлена сталева пластина 11. Під час роботи шарніра піввісь обертається навколо кулака в горизонтальній площині разом з вилкою перемикач передач, а обертається разом з кулаком вертикальна площина, що оточує диск. Таким чином крутний момент передається на ведуче і ведене передні колеса. Недоліком цього з'єднання є підвищене тертя в місці з'єднання диска і кулака з вилкою, що призводить до зниження ефективності та збільшення нагрівання та зносу з'єднання під час роботи [3-6].

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ

2.1 Технічні умови на огляд і діагностику карданної передачі

На задньопривідному автомобілі крутний момент передається від двигуна через коробку передач і карданний вал до головної передачі, задньої коробки передач. Всі карданні передачі схожі за типом і формою, але відрізняються технічними характеристиками, довжиною, товщиною та іншими характеристиками.

Універсальний трансмісійний пристрій автомобіля КрАЗ має певну форму і будову, як показано на рисунку 2.1. Карданний вал являє собою трубу, зварену з чотирьох частин і складається з вилки, яка шліцьована до валу. Кінець вала має фланець для з'єднання головної передачі з коробкою передач [11,13,18].

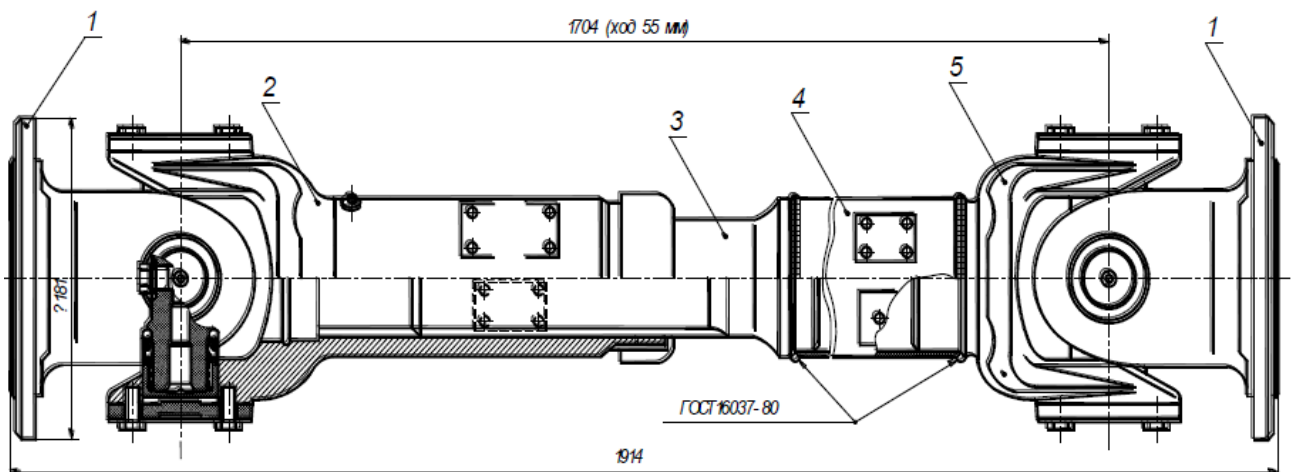


Рисунок 2.1 – Кардан автомобіля КрАЗ-Н12.2: 1 – вилка із наконечником для кріплення фланця; 2 – вилка із другої сторони шліци; 3 – карданний вал із шліцем з іншої сторони; 4 – вал; 5 – вилка із наконечником для кріплення із валом.

Карданний вал передає крутний момент від двигуна через трансмісію до головної передачі і коліс. При цьому карданний вал виконує ще одну важливу функцію - він дозволяє змінювати довжину вала, компенсуючи перепади висоти

на ресорах при подоланні автомобілем нерівностей. Це запобігає передачі тиску на трансмісію та двигун. Рух вала вздовж шліцьового з'єднання робить це можливим. Для продовження терміну служби шліцьового з'єднання в конструкції передбачені отвори для змащення.

Важливою частиною пристрою універсальної трансмісії є поперечний вал, який забезпечує передачу крутного моменту при русі автомобіля по нерівній дорозі. Зміна положення задньої осі призводить до того, що колінчастий вал обертається нерівномірно, а хрестовина врівноважує цей момент.

У зв'язку з важливою роллю хрестовини в універсальній передачі, до її виготовлення пред'являються високі вимоги щодо точності, твердості та якості матеріалу. На кожній стороні хрестовини є кришки, які містять голчасті підшипники, які потім встановлюються у вилки перемикачів передач універсальної коробки передач. Мазання хрестовини здійснюється через отвір, з якого мастило подається до голчастих підшипників.

Биття універсального передавального пристрою перевіряють на спеціальному стенді, при цьому допустиме відхилення не повинно перевищувати 1,2 мм. Якщо биття є, збалансуйте вал, приваривши навантажувальну пластину для вирівнювання. Правильний баланс допомагає усунути розтягнення. Необхідно перевірити центрування вала та його здатність витримувати крутний момент. Після усунення всіх несправностей встановіть на автомобіль кардан [21,22].

2.2 Вимоги до пошкодження вилки перемикачів карданного вала

Основними ознаками несправності універсальної коробки передач є стукіт і посмикування, вібрація і шум при рушанні з місця і перемикачів передач. На певних швидкостях автомобіля, коли рівень вібрації і шуму досягає максимуму, виявляються сильні коливання карданної передачі. (Зазвичай на швидкості 80...90 км/год.) Всю машину охоплює легка вібрація і чути монотонне дзижчання. Їзда з вібраційною універсальною коробкою передач неприпустима.

До поломок карданної коробки передач відноситься ослаблення болтів кріплення фланця карданної коробки передач і знос деталей карданної коробки передач, особливо знос підшипників шліцьового з'єднання карданного вала. Ці несправності необхідно усунути, тому що рухатися машині небезпечно.

При відчутті несправності універсального пристрою трансмісії слід зупинити автомобіль для огляду, затягнути болти фланцевої вилки перемикачів передач на фланці ведучої шестерні заднього моста, болти пружної проміжної опори та болти на фланці. фланець ведучої шестерні заднього моста. Болти, що з'єднують гнучку муфту з веденим фланцем. Під час перевірки переконайтеся, що фланець ведучої шестерні заднього моста має підвищене биття, відсутність зазору в карданному шарнірі, відсутність задирок у шліцьових з'єднаннях, відсутність вигину карданного вала. Якщо під час перевірки буде виявлено велике биття фланця (більше 0,15 мм), будь ласка, зніміть фланець із шестерні, поверніть його на 180° і встановіть знову. Якщо це не усуває биття, відремонтуйте або замініть фланець. Перевірити люфт кардана можна, натиснувши на нього знизу вгору. Якщо універсальний підшипник має люфт, потрібно замінити хрестовину і підшипник [21,22].

При установці підшипника переконайтеся, що всі голчасті ролики вставлені в зовнішнє кільце. Відсутність принаймні одного голчастого ролика призведе до пошкодження підшипника через неправильне розташування голчастих роликів.

У таблиці наведено можливі несправності, причини та способи усунення несправностей карданної передачі. 2.1.

Таблиця 2.1 - Можливі несправності, причини та методи усунення несправностей карданної передачі

Причина несправності	Спосіб усунення
1	2
Стук у карданній передачі при рушанні з місця, при різкому розгоні або перемикачній передачі	

Продовження таблиці 2.1

1	2
Ослаблення гайок болтів кріплення еластичної муфти та фланців карданних валів	Затягніть гайки моментами, зазначеними у додатку
Збільшений окружний зазор у шліцевому з'єднанні переднього або заднього карданних валів	Перевірте величину зазору на середньому діаметрі шліців. Якщо він більше 0,30 мм, замініть деталі
Знос карданних шарнірів	Відремонтуйте шарніри із заміною зношених деталей
Шум та вібрація карданної передачі	
Деформація переднього чи заднього карданних валів	Виправте на пресі або замініть вали
Дисбаланс карданних валів	Перевірте та збалансуйте вали
Зношування або пошкодження центруючого кільця вторинного валу коробки передач	Замініть кільце
Знос карданних шарнірів	Відремонтуйте вал із заміною зношених шарнірів
Витік мастила	
Ослаблення обойми сальника шліцевого з'єднання переднього, заднього чи проміжного карданних валів	Підтисніть сальник і обтисніть обойму, зношений сальник замініть. Змастіть шліцеве з'єднання
Пошкодження захисного чохла шарніра рівних кутових швидкостей проміжного валу	Розберіть шарнір, замініть захисний чохол. Якщо пошкоджено деталі, замініть шарнір у зборі. Заповніть шарнір мастилом та встановіть заглушку
Зношування або пошкодження сальників хрестовин	Замініть карданний шарнір у зборі

2.3 Розбирання карданної передачі

Перед розбиранням очистіть карданний вал гасом і позначте маховик фарбою, щоб під час складання можна було з'єднати деталі в однаковому положенні та збалансувати вал.

Перед розбиранням очистіть пристрій універсальної передачі гасом і позначте всі частини карданного вала, як показано на рисунку 1.3. Або за допомогою фарби позначте взаємне розташування кожної частини, щоб положення з'єднання кожної частини було послідовним, а вісь – збалансованою під час складання.

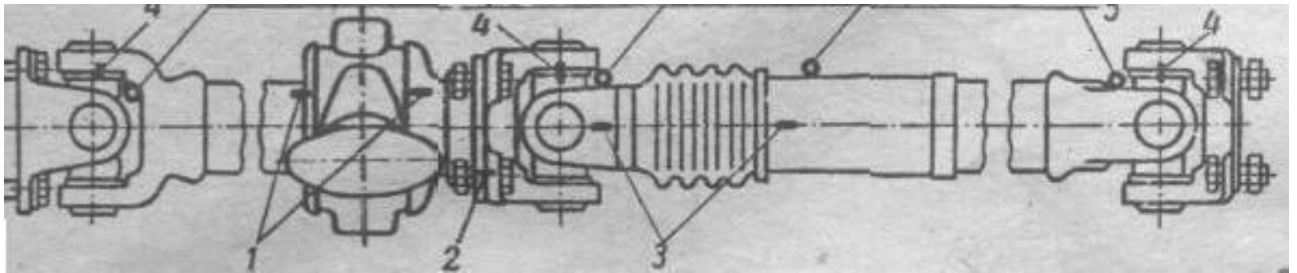


Рисунок 2.2 – Розміщення міток та маслянок на карданних валах: 1 - мітки положення фланця проміжного карданного валу; 2 - мітки взаємного положення валів; 3 - мітки положення ковзної вилки; 4 - мітки положення виделок щодо хрестовин; 5 - розташування маслянок карданної передачі.

Розбирання карданного вала проводиться в наступному порядку: зніміть стопорне кільце голчастого роликового підшипника; видавіть два протилежних голчастих роликових підшипника - один зовні, інший зсередини вилки. За допомогою викрутки зніміть стопорне кільце.

Перш ніж знімати вал, обережно постукайте по дну кожного корпусу голчастого підшипника через алюмінієвий шпindel і зніміть пружинне кільце круглогубцями. Використовуйте лещата, затискач, прес або пробійник, щоб витиснути корпус підшипника з вилки. До кришки підшипника прикріплена трубка, а з іншого боку сходинки – головка. Діаметр головки повинен бути трохи менше діаметра шапки [21,22].

Тисненням або пресуванням гніздо підшипника запресовують у трубу від вуха, головку зсувають на інший бік і випресовують другий підшипник.

Корпус підшипника також можна випресувати, постукавши по шпindelю молотком і поставивши карданний шарнір на підставку або лещата.

Використовуючи цей спосіб пресування, потрібно бути обережним, тому що навіть м'якою оправкою можна пошкодити підшипники та балки. Після того, як таке пошкодження станеться під час збирання, воно більше не використовуватиметься.

2.4.Складання карданної передачі

Складання карданних валів проводять у порядку, зворотному розбиранні. Перед збиранням шліцеві поверхні змащують. Виконуючи складання, спочатку збирають вузли, а потім проводять складання карданної передачі. Після складання перевіряють, чи легко обертаються шипи хрестовини у кожному з підшипників кардана. Щоб при складанні не утворилася подушка, шипи хрестовини не змащують. Після складання карданну передачу динамічно балансують на спеціальному верстаті [21,22].

Складання кардана найкраще проводити на ручному пресі. Перед складанням всі деталі повинні бути промиті. Наповнити нігролом або гіпоїдною олією кожен голчастий підшипник, перевертаючи голки і змастивши сальники.

Складання проводять в наступному порядку:

- ввести хрестовину (з ввернутими в неї клапаном та масляною) у фланець так, щоб клапан був з боку болтових отворів;
- вставити в отвори вух фланця голчасті підшипники, надягаючи їх на шипи хрестовини (рис. 2.3, а);
- фланець вставити в лещата і стискати їх, поки один з підшипників не запресується врівень з торцем вушка;
- вставити стопорне кільце в канавку повністю запресованого підшипника;
- приставити до торця вушка фланця з боку підшипника кільце 1 (рис. 2.3,б), вставити в лещата і стиснути, доки стопорне кільце 2 не дійде до внутрішнього торця вушка фланця (рис 2.3, в);
- ввести фланець з хрестовиною в вушко вилки так, щоб підшипники і маслянка стали по мітках, і вставити в отвори голчасті підшипники,

надягаючи їх на шипи хрестовини. Запресувати підшипники та вставити кільця.

Після збирання карданів всі три маслянки заднього валу повинні лежати в одній площині. Масляна проміжного карданного валу після його приєднання повинна лежати в цій же площині. Після складання кардану перевірити, чи легко обертаються шипи хрестовини в кожному з підшипників, повернувши фланець до упору у вилку. Змастити маслянки шприцом до відкриття клапанів [21,22].

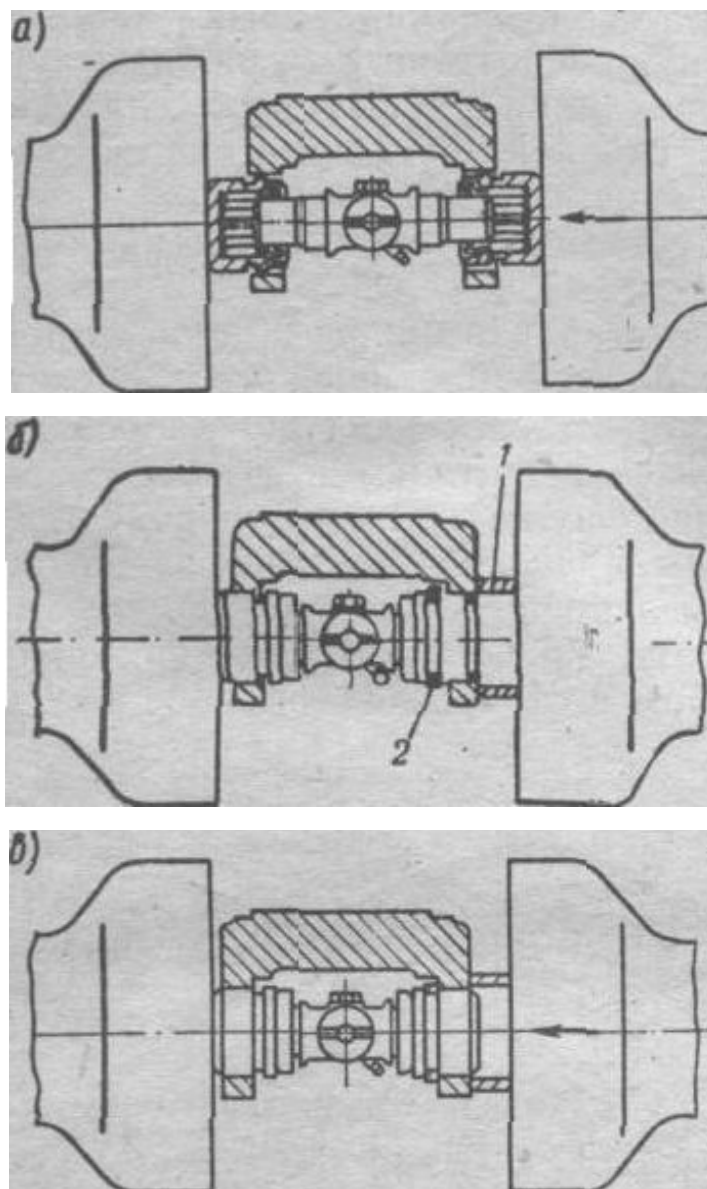


Рисунок 2.3 – Складання кардану: а - установка підшипників; б - запресування правого підшипника; в - запресування лівого підшипника. 1 - кільце; 2 - стопорне кільце:

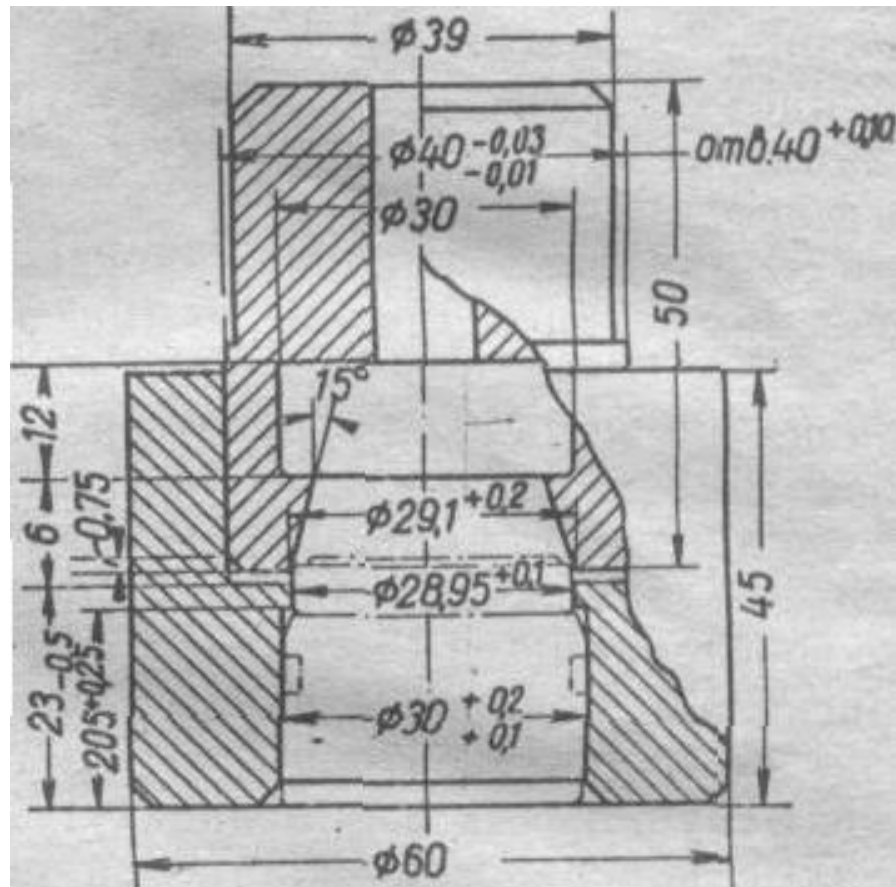


Рисунок 2.4 – Оправка для обтискання сальників

вставити друге стопорне кільце. Обидва кільця розгорнути вусиками у бік болтових отворів;

Підшипники як запчастини оснащені запресованим сальником. Якщо потрібне зняття сальника, слід використовувати раму (рис 2.3), щоб стиснути голкотримач навколо сальника. Згин має бути приблизно на 0,3 мм збоку. Зонд 0,1 мм не повинен проходити між голкотримачем і підшипником. При установці гнізд голчастих роликів у підшипники можна нанести герметик або шелак, щоб запобігти їх потраплянню в голчасті ролики [21,22].

2.5 Вимоги до пошкодження вилки перемикач карданного вала

Перед виявленням дефекту з деталі видаляють бруд, а потім оцінюють, чи вона відповідає заданим розмірам. Під час цієї операції вимірюються всі параметри і порівнюються з розмірами нової деталі. За отриманими

результатами прогрес, чи придатна деталь для подальшої експлуатації або її необхідно відправити на лікування чи ремонт. Найбільш поширені дефекти сполучних вилок карданного вала наведені в таблиці 2.1.

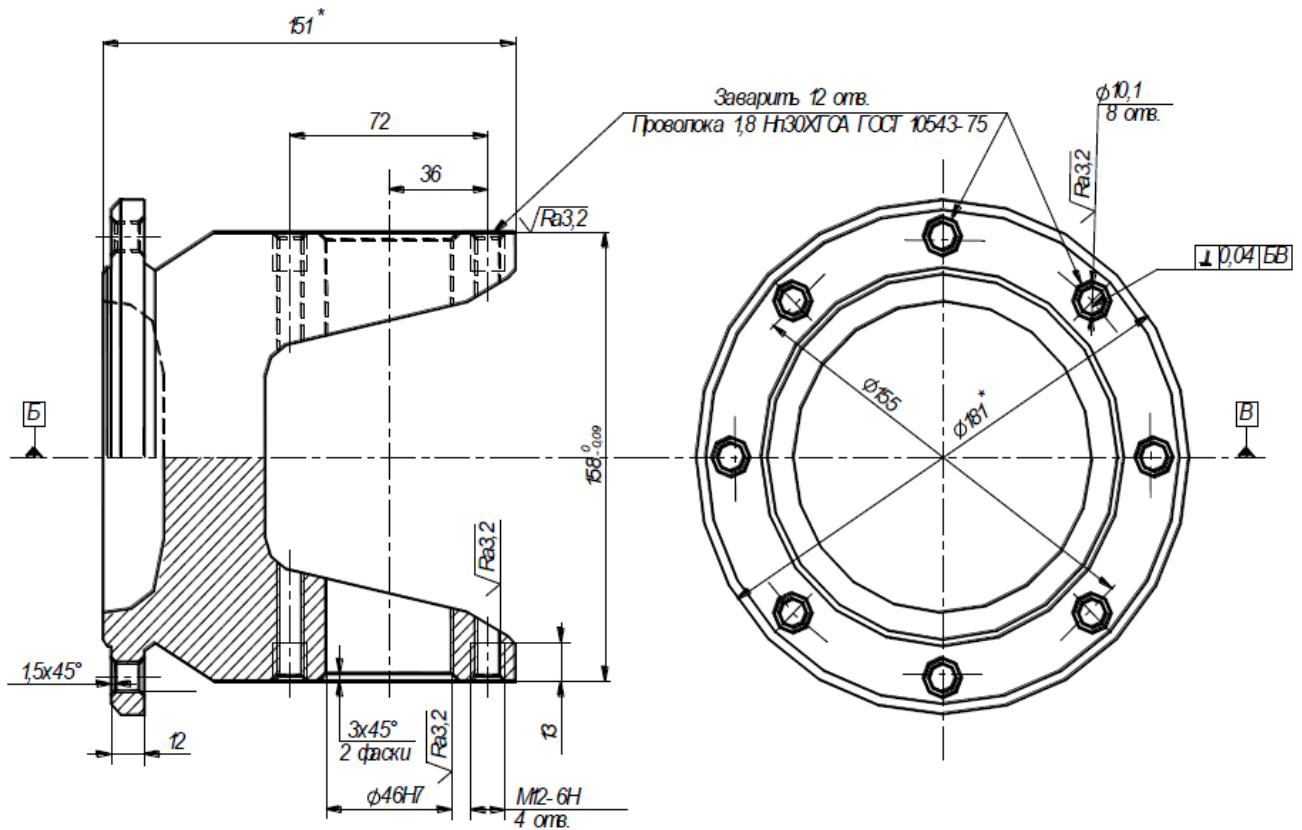


Рисунок 2.5 – Вилка шарніра з одної сторони і фланець автомобіля КРАЗ-Н12.2

Основними несправностями, які виникають на шліцьових валах, є спрацювання та порушення геометрії вала, який згодом зачіпає вилки, як показано на малюнку 2.6.

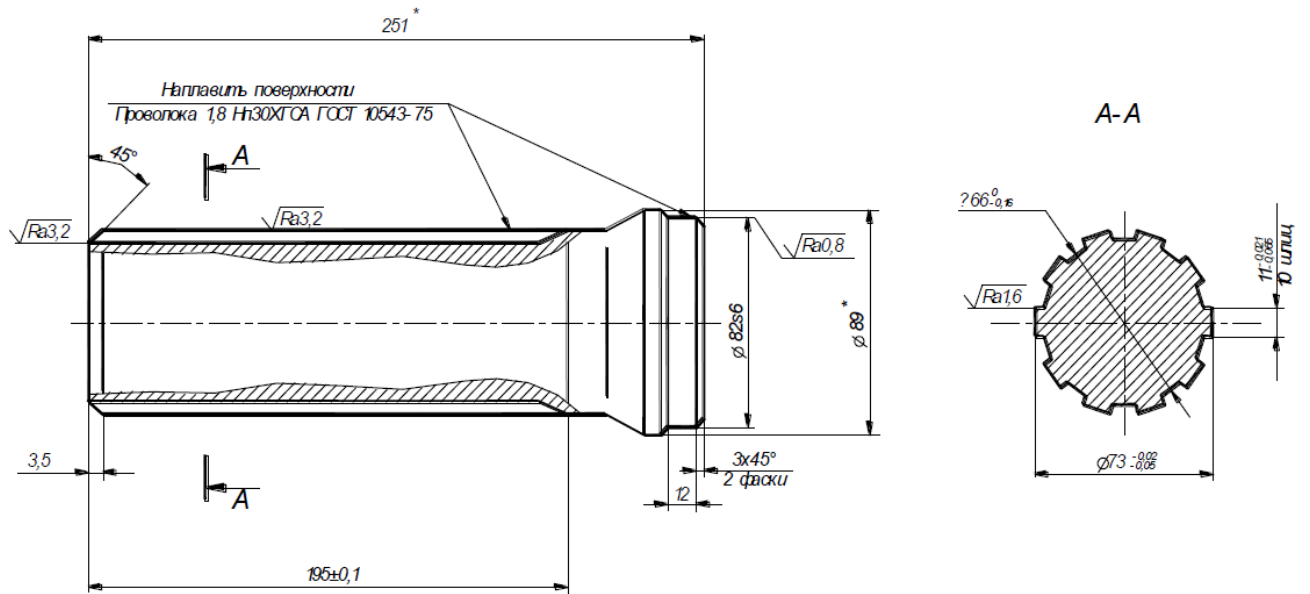


Рисунок 2.6 – Карданний вал автомобіля КрАЗ-Н12.2 [30]

Дефектація вилки карданного вала автомобіля КрАЗ-Н12.2 зведено у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Дефектація вилки карданного вала автомобіля КрАЗ-Н12.2

Деталь – вилка шарніра карданної передачі				
			Матеріал – Сталь 35 ГОСТ 1050-88	
			Твердість поверхні 35 HRC	
Можливі дефекти	Спосіб виявлення дефекту і засоби контролю	Размір, мм		
		По робочому кресленням	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту
				Висновок

Деталь – вилка шарніра карданної передачі					
					Матеріал – Сталь 35 ГОСТ 1050- 88
					Твердість поверхні 35 HRC
Можливі дефекти	Спосіб виявлення дефекту і засоби контролю	Размір, мм			Висновок
		По робочому кресленням	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	2	3	4	5	6
Вигин губ	Контроль штангенцирку ль ШЦ-125-01	158 ⁰ _{-0,09}	157,91	157	Правити
Трещины	Осмотр Лупа	–	–	–	Бракувати
Знос внутрішніх циліндричних поверхонь під голчасті підшипники	Контроль калібр-пробка	46Н7	46,08	47	Напилити
Зрив або знос різьби М12-6Н	Візуальний огляд, контроль Калібр- пробка резьбовая	М12- 6Н	Зрив не більше 2 ниток різьблен ня		Зварити, свердлити, нарізати різьбу
Деформація отворів Ø10,1	Контроль калібр-пробка	10,1	10,15	11,5	Зварити, свердлити

Табличка 2.2 – Дефектація карданного вала автомобіля КрАЗ-Н12.2

Деталь – вал шлицевий					
					<p>Матеріал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>
					<p>Твердість поверхні 45 HRC</p>
Можливі дефекти	Спосіб виявлення дефекту і засоби контролю	Размер, мм			Заключення
		По робочому кресленням	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	2	3	4	5	6
Знос шлицьовій поверхні	Контроль штангенци ркуль ШЦ-125-01	$158^{0}_{-0,09}$	$157,9$ 1	157	Наплавить, точити, шліфувати, фрезерувати шлиці в номінальний розмір
Тріщини	Огляд Лупа	–	–	–	Бракувати
Деформація наконечника під запрессовиваніє в трубу	Контроль мікрометр МК50	82±6	82,06	81	Наплавить, точити і шліфувати в номінальний розмір

2.6 Визначити щорічне напрацювання на технічне обслуговування та ремонт

Для того щоб визначити обсяг ремонтно-технічних робіт, необхідних для підтримання машинно-тракторного парку в справному стані, необхідно

розрахувати середню кількість ремонтів і ТО за рік для певного типу і марки автомобілів і визначити тип виконаних ремонтних робіт на ремонтному підприємстві.

Кількість капітальних ремонтів на рік визначається за формулою [21,22]:

- Легкові автомобілі, причеи, напівпричеи:

$$K_{кр} = K_M \cdot O_{кр} \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5 \quad (2.1)$$

де K_M - кількість машин, число ремонтно-обслуговуючих дій даного виду;

$O_{кр}$ - річний коефіцієнт охоу машин капітальним ремонтом;

P_3, P_4, P_5 - поправочні коефіцієнти, які враховують [17,18]:

P_3 - категорія дорожних умов: $P_3 = 1.15$;

P_4 - склад автопоїзда: $P_4 = 1.15$;

P_5 - природньо-кліматичні умови експлуатації: $P_5 = 0.91$;

P_6 - категорію дорожніх умов : $P_6 = 0.88$;

P_7 - зональні особливості експлуатації : $P_7 = 1.15$.

- автомобілів, причепів, напівпричепів:

$$T_{кр}^c = [K_{кр}] \cdot T_{кр} \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5, \text{ люд/год;} \quad (2.2)$$

де, $[K_{кр}]$ - ціле число капітальних ремонтів;

$T_{кр}$ - трудомісткість одного капітального ремонту для господарства, люд/год.

Річне число планових поточних ремонтів для:

- для автомобілів, причепів та напівпричепів:

$$T_{кр}^c = \frac{K_M \cdot B^p}{1000} \cdot T_{кр}^p \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5, \text{ люд/год;} \quad (2.3)$$

де $T_{кр}^p$ - питома трудомісткість одного потокового ремонту;

$T_{кр}^p$ - річна трудомісткість потокового ремонту;

Річне число ТО-2, ТО-1 для автомобілів, причепів та напівпричепів визначається за формулою :

$$K_{ТО-2} = \frac{K_M \cdot B^p}{B_{ТО-2} \cdot P_6} - [K_{кр}], \text{ шт} \quad (2.4)$$

$$K_{ТО-1} = \frac{3}{4} \cdot \frac{K_M \cdot B^p}{B_{ТО-1} \cdot P_6}, \text{ шт} \quad (2.5)$$

де, $V_{\text{ТО-2}}$, $V_{\text{ТО-1}}$ - нормативи проведення ТО-2, ТО-1. $V_{\text{ТО-2}}=10000$ км, $V_{\text{ТО-1}}=2500$ км.

Сумарна річна трудомісткість для ТО-2 та ТО-1 автомобілів, причепів, напівпричепів визначається за формулою [21]:

$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{с}} = [K_{\text{ТО-2}}] \cdot T_{\text{ТО-2}} \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5, \text{ люд/год} \quad (2.6)$$

$$T_{\text{ТО-1}}^{\text{с}} = [K_{\text{ТО-1}}] \cdot T_{\text{ТО-1}} \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5, \text{ люд/год} \quad (2.7)$$

Прийміть стратегії сезонного технічного обслуговування, технічного обслуговування при зберіганні та капітального ремонту, не плануйте цикли технічного обслуговування та дії з технічного обслуговування та вкажіть кількість технічного обслуговування.

Використовуйте стратегію для впровадження відновлення процесів, у якій часові рамки ремонту та технічного обслуговування визначаються на основі результатів діагностики.

Розрахунки річного навантаження за видами машин наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків річного обсягу робіт

Тип	Ремонт			Технічне обслуговування					Всього
	$T_{\text{кр}}^{\text{с}}$	$T_{\text{ср}}^{\text{с}}$	$T_{\text{пр}}^{\text{с}}$	$T_{\text{ТО-3}}^{\text{с}}$	$T_{\text{ТО-2}}^{\text{с}}$	$T_{\text{ТО-1}}^{\text{с}}$	$T_{\text{СТО}}^{\text{с}}$	$T_{\text{ТО-3}}^{\text{с}}$	
Автомобілі	1381	0	7634	0	1709	1279	0	0	12003

2.7 Технічне обслуговування передач

Універсальні трансмісії працюють у важких і несприятливих умовах. Вони розташовані в місцях, найбільш уражених вологою та брудом, передаючи крутний момент під різними кутами та навантаженнями. Деталі виготовлені з високою точністю, а використання високоякісних матеріалів і мастильних матеріалів забезпечує надійну роботу універсальної трансмісії, але тільки за умови її повної герметичності.

Тому технічне обслуговування карданних шарнірів в основному зводиться до ретельних регулярних перевірок і перевірок стану деталей і захисних пристроїв. Іноді камені випадково вилітають з-під колеса і потрапляють на карданний вал або гумовий захисний кожух. Цього достатньо, щоб розбалансувати карданну передачу або розжати шарнір.

Слід пам'ятати, що універсальна трансмісія - це пристрій, який впливає на безпеку пересування. Вихід з ладу карданної передачі може призвести до аварії.

У автомобілях класичної конструкції для підтримання в робочому стані універсальної коробки передач необхідно видаляти бруд і регулярно змащувати шліцьові з'єднання, підтягувати фланцеві кріплення і проміжні опори, в передньопривідних автомобілях необхідно регулярно перевіряти кульові опори та стан захисного кожуха.

На відміну від інших механізмів, універсальні коробки передач вимагають систематичної підтяжки і змащування, тому що навіть незначне ослаблення фланця, невеликий зазор в карданному шарнірі може привести до перескоку карданного вала, а пошкоджені сальники і захисні крила призведуть до підвищеного зносу. Підшипники та шліцьові з'єднання.

Під час експлуатації, щоб забезпечити хорошу зносостійкість голчастих роликів підшипників і карданних шарнірів, їх необхідно регулярно змащувати Nigrol або іншими рідкими мастилами такої ж в'язкості. Крім того, закачайте Nigrol в масляний прес, доки надлишок свіжого мастила не витече через запобіжний клапан хрестовини (якщо є) або поки масло не вийде з сальника.

Шарнір ковзання карданного вала, розміщений у подовжувачі коробки передач, змащується маслом у порожнині подовжувача і додаткового змащування не потребує.

Обслуговування ТО-2:

- Перевірте стан шарніра карданного вала та його зазор і усуньте несправності. У шарнірі не допускається значний люфт (при радіальному повороті фланця рукою). Через великий радіальний і торцевий люфт у

підшипниках сходинок зніміть шарнір і замініть підшипники та сходинок. При складанні петлі затягніть болти опорної плити підшипника з моментом затягування 14-17 Нм (1,4-1,7 кгс.м);

- Кріплення фланця карданного валу;
- Змастіть хрестовину (при ТО-2) і шарніри і шліци карданного валу (при СТО). Змащуйте поперечину, доки під ущільнювальним краєм принаймні одного підшипника не з'явиться свіже мастило, «нагніть» (10-15) разів шприцом або впрорсність (30-40) грамів мастила з бустера в шліцьове з'єднання.

При сезонному техобслуговуванні (СТО) необхідно перевіряти наявність зазорів в шліцьових з'єднаннях і поперечинах карданного валу. Не допускаються видимі прогалини. Тільки в разі поломки виникає необхідність зняти і розібрати кардан для заміни деталей.

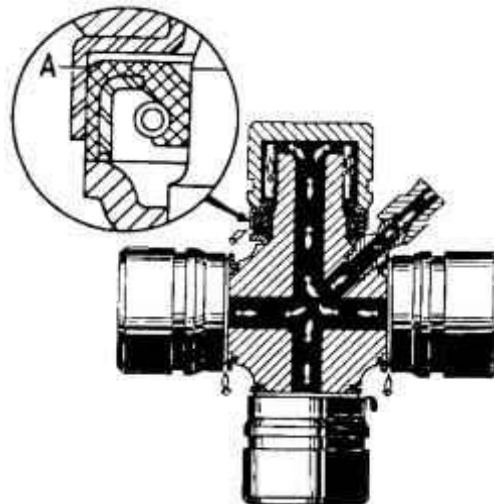


Рисунок 2.7. – Схема змащення підшипників карданного шарніра

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Причини необхідності розробки пристрою для розбирання (складання) карданних валів

У майстерні по ремонту тракторів, автомобілів і сільськогосподарської техніки часто доводиться розбирати і встановлювати карданні вали. Для цього рекомендується використовувати спеціальне обладнання, яке забезпечує ефективність і безпеку роботи. Даний вид обладнання дозволяє використовувати всі типи карданних валів діаметром від 76 до 89 мм і довжиною до 2 м.

Для забезпечення технологічності розбирання пристрій повинен відповідати наступним вимогам:

1. Тиск повітря в системі має становити 3-6 атмосфер, забезпечуючи притискну силу кожного важеля в межах 400-600 кгс.
2. Пневматична система повинна бути герметичною, а рухомий затискач повинен легко складатися.
3. Карданні вали можуть кріпитися тільки двома хомутами, за винятком валів довжиною не більше 700 мм, які кріпляться одним хомутом.
4. Під час закріплення карданного вала слід уникати потрапляння рук працівників між хомутом і валом.
5. Після закінчення робіт забороняється затискати карданний вал в обладнанні.

Розроблений розбірно-монтажний пристрій карданного валу може бути виготовлено безпосередньо в ремонтній майстерні. Всі деталі агрегату виготовлені зі сталі 3, крім хомута, який виготовлений зі сталі 30ХТСА. Каркас агрегату складається з 3-дюймової труби.

Пристрій складається з наступних вузлів: станини (1), установочної призми (4), затискача (5), двох важелів (6), двох штанг (9), пневмокамери (12), пульта управління (16), на якому встановлено два крани 625300М. Повітря подається через 1/2-дюймову трубку (15).

Пристрій забезпечує ефективний і безпечний демонтаж і монтаж карданних валів в ремонтних майстернях.

3.2 Обґрунтованість обраної конструкції обладнання

Щоб стенд повністю відповідав вимогам, при складанні кардану необхідно дотримуватися наступних умов:

- Переконайтеся, що затискач (5) і настановна призма (4) паралельні.
- Переконайтеся, що монтажна призма (4) вирівняна.
- Виконуйте зварювальні роботи в місці, зазначеному на кресленні.
- Забезпечте силу затиску 50 кН на кожному затиску (5).
- Переконайтеся, що повітряна система герметична.
- Переконайтеся, що кронштейни (3) і (10) розташовані перпендикулярно до осі рами (1).

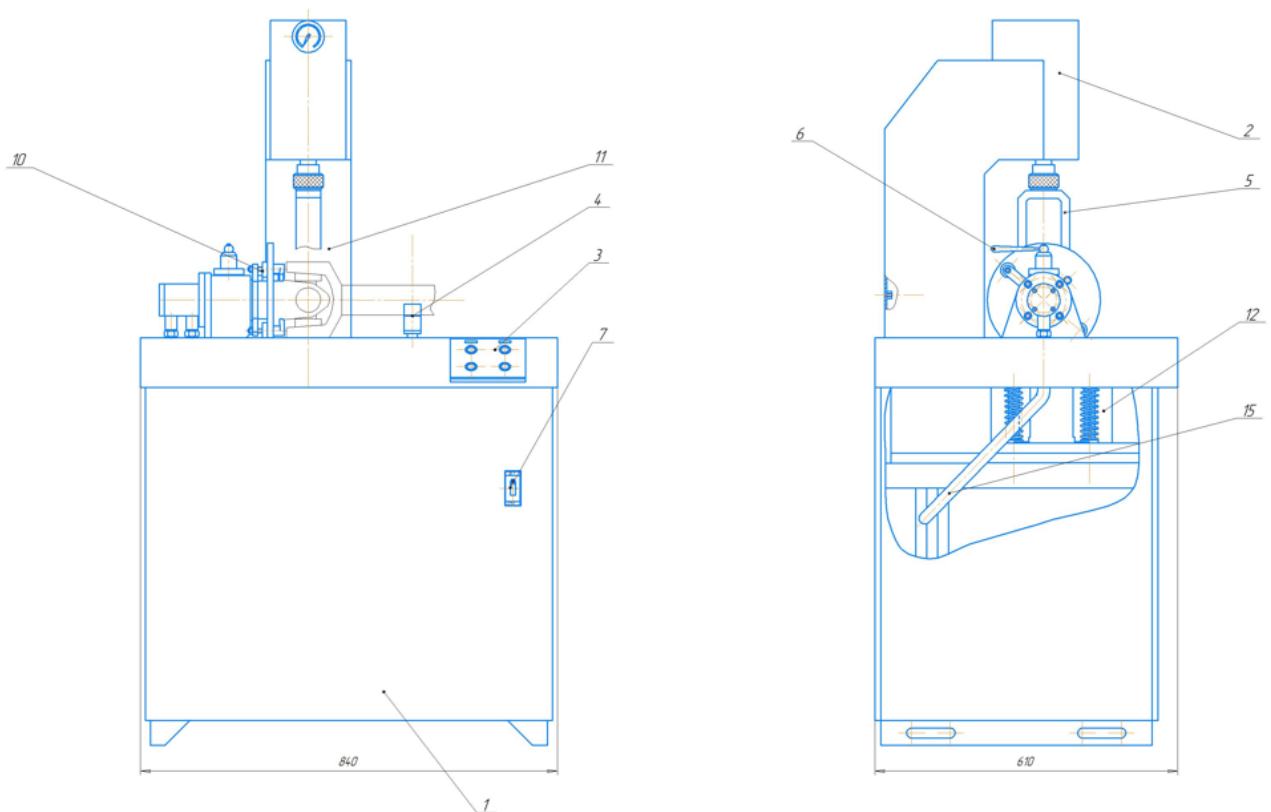


Рисунок 3.1 – Стенд для розбирально-складальних операцій.

Це обладнання для ремонту карданних валів дуже просте у використанні і не вимагає спеціальної технічної підготовки з боку співробітника. Крім того, це значно полегшує роботу і підвищує працездатність.

3.3 Інструкція з розбирання (встановлення) пристрою карданного вала

Конструкція кронштейна полегшує ремонт карданних валів діаметром від 76 до 89 мм і довжиною до 2 м. У розібраному стані карданний вал встановлюється в призму кріплення (поз. 4). Потім через кран 625300М (поз. 14) в пневматичну камеру (поз. 12) подається стиснене повітря, який діє на тягу (поз. 9), тим самим переміщаючи важіль (поз. 6) з затискачем (поз. 6). 5). Зусилля 400-600 кгс, що створюється на кожному важелі, надійно стискає карданний вал. Після послаблення фіксуючої гайки на карданному валу вручну зніміть карданний вал і перемістіть частину вала в протилежному напрямку до обладнання.

Під час роботи працівники повинні дотримуватися правил техніки безпеки при розбиранні та складанні карданних валів, зазначених у розділі 4.1.

3.4 Розрахунок міцності пальців

Ми розраховуємо пальці на основі їх міцності на зсув і зминання.

Можна вважати, що напруження, що діє на пальці, розподілена рівномірно [7, 8]

Тоді умова міцності на зсув з'єднання має такий вигляд [7]:

$$\tau_{cp} = \frac{N}{mn \frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau] \quad (3.1.)$$

де, d – діаметр пальця, тобто діаметр отвору, мм;

m – кількість зрізів пальця;

n – кількість пальців, на які передається зусилля N , що діє у елементах конструкції;

$[\tau]$ – допустиме напруження матеріалу пальця.

Підставляючи значення у вираз 3.1. отримаємо:

$$\tau_{cp} = 1600 \text{ МПа}$$

Допустиму напруження на зріз $[\tau_{cp}] = 2400 \text{ МПа}$

Тобто прийнятний діаметр пальця задовольняє умову міцності на зсув.

Розподіл напруг здавлювання на поверхні пальця нерівномірний, але на практиці з достатньою точністю можна вважати ці напруги рівномірно розподіленими по діаметру і товщині пальця.

Отже, умови міцності з'єднань опору на зминання матимуть вигляд:

$$\sigma_{зм} = \frac{N}{\delta \cdot d \cdot n} \cdot [\sigma_{зм}] \quad (3.2.)$$

де, n - кількість пальців, що беруть на себе зусилля;

d - діаметр отвору, $d = 0,02 \text{ м}$;

δ - загальна товщина листів, що зминають палець в одному напрямку, $\delta = 0,035 \text{ м}$;

$[\sigma_{зм}]$ - допустима напруга на зминання пальця, $[\sigma_{зм}] = 1700 \text{ МПа}$

$$\sigma_{зм} = 1400 \text{ МПа}$$

$\sigma_{зм} [\sigma_{зм}]$, тобто умова міцності з'єднання на зминання дотримується.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги охорони праці до виробничого обладнання, технологічних процесів і до будівлі

Технологічні процеси, які виконуються при ремонті машини повинні відповідати наступним вимогам безпеки:

- Загальні вимоги безпеки
- Вимоги пожежної безпеки
- Вимоги вибухонебезпеки
- При експлуатації водопровідних і каналізаційних споруд і сіток повинні забезпечуватись вимоги безпеки
- При користуванні кран-балками, транспортерами, конвеєрами повинні відповідати вимогам безпеки ДСТУ 7234:201

Обладнання, до якого підведена електрична мережа, повинна бути захищена від механічних пошкоджень. При цьому зовнішня електропроводка, яка приєднується до обладнання в місцях підлеглих небезпеці механічних дій повинна прокладатись в металевих трубках або пластикових трубках металевих рукавах чи канавах [12, 24].

Технологічне обладнання повинно відповідати вимогам при монтажу, експлуатації, транспортуванні, зберіганні.

4.2 Аналіз потенційних небезпек в центральній ремонтній майстерні

4.2.1 Аналіз стану з охорони праці в центральній ремонтній майстерні

В господарстві організована і функціонує служба з охорони праці, але в її роботі є ряд недоліків:

Основні причини травматизму є:

- робота на несправному, старому обладнанні та стендах;
- робота з несправним інструментом;
- нехтування інструкціями на небезпечних видах ремонтних робіт.

4.2.2. Виробничі небезпеки виявлені в центральній ремонтній майстерні

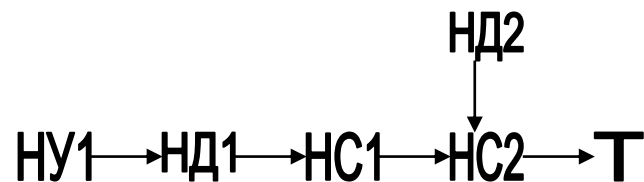
Шляхом дослідження небезпечних ситуацій, які можуть виникати при експлуатації обладнання в МРМ можна побудувати логічні моделі різні за формою і характером подій. Це дало можливість перейти до побудови більш складних моделей аварій, травм і катастроф, які застосовуються для встановлення причин виникання потенційних небезпек, без якого неможливо вжити обґрунтованих профілактичних заходів [12, 24].

Аналізуючи логічну модель, завжди можна знайти, подію, з якої починається небезпечний процес і до виникання небезпечних наслідків [].

Таблиця 4.1

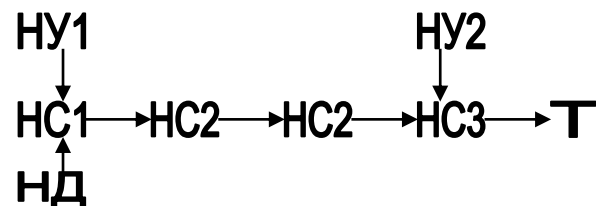
Аналіз виробничих небезпек в МРМ

Технологічний процес	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	небезпечна умова НУ	небезпечна дія НД	небезпечна ситуація НС		
Робота ТО і діагностування	При ТО тракторів не вистачає міцних спеціальних підставок НУ ₁	Працюючий замість підставки використав підручні засоби НД ₁ Працюючий знаходиться під трактором НД ₂	Перекидання трактора з нарощеної підставки НС ₁ Падіння його на працюючого НС ₂	Травма	Виготовити необхідну кількість підставок і перевірити їх на міцність
	Модель процесу				



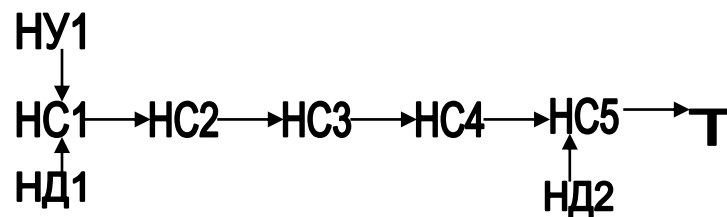
Продовження табл. 4.1

Розбирально складальні роботи	На кран-балці (З _т) вийшов з ладу обмежувач висоту підйому вантажу НУ ₁ У зоні роботи кран-балки знаходяться сторонні люди НУ ₂	Оператор несвоєчасно натиснув на кнопку СТОП НД	Вантаж ударився в конструкції кран-балки НС ₁ Обірвався НС ₂ Впав вниз на людей НС ₃	Травма	Організувати постійний контроль за станом вантажопідйомних машин Не допускати їх до роботи з технічними несправностями
Технологічний процес	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	небезпечна умова НУ	небезпечна дія НД	небезпечна ситуація НС		
	Модель процесу:				



Продовження табл. 4.1

Заточувальні роботи	Зазор між підручником і кругом перевищує допустимий (3мм) НУ ₁	При заточуванні працюючий неправильно тримає деталь НД ₁ Працюючий знаходиться у небезпечній зоні НД ₂	Захоплення деталі кругом НС ₁ Затягування її НС ₂ Заклинення НС ₃ розрив круга НС ₄ Викидання осколків НС ₅	Травма	Організувати постійний контроль за станом заточувальних верстатів Розробити пристрій, який блокував би кнопку ПУСК при небезпечних розмірах зазору
	Модель процесу				



Закінчення табл. 4.1

Технологічний процес	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	небезпечна умова НУ	небезпечна дія НД	небезпечна ситуація НС		
Токарні роботи	Верстат необладнаний захисним екраном НУ	Працівник працює без захисних окулярів НД	При роботі можливе попадання стружки в очі $\begin{array}{c} \text{НД} \rightarrow \text{НС} \rightarrow \text{Т} \\ \uparrow \\ \text{НУ} \end{array}$	Травма	Встановити захисний екран. Забезпечити захисними окулярами
	Шпіндель верстату не обладнаний захисним кожухом НУ	Можливий випадковий контакт працюючого незахищеним шпинделем НД	Захват (рук) одягу працюючого НС $\begin{array}{c} \text{НУ} \rightarrow \text{НС} \rightarrow \text{Т} \\ \text{НД} \rightarrow \end{array}$	Травма	Необхідно встановити захисний кожух для шпинделя

4.3 Вимоги безпеки під час роботи на металообробних верстатах

1. Токарні верстати.

Місце різання огорожується захисним екраном, або працівник використовує захисні окуляри. При різанні довгих прутків зона виходу прутка з протилежного виходу має бути огорожена. Обов'язковим є щоденний контроль заземлення з верстатом.

2. Свердлильні верстати.

Утримання деталей обов'язково лещатами, не зупиняти рукою патрон з свердлом, очищення від стружки лише після зупинення агрегату.

3. Шліфувальні, заточувальні роботи.

Абразивний круг на вал закріплюють за допомогою прокладок, щоб зменшити контактні напруження. При встановленні нового круга проводять його випробування протягом 5 хв. Круг повинен бути максимально захищений захисним кожухом.

4. Фрезерні верстати.

Обов'язково встановлюють захисні кожухи для уловлення частинок обробленого матеріалу.

4.4 Розрахунок обміну повітря, освітлення і потреба в засобах пожежогасіння

Вентиляція в усіх виробничих приміщеннях проточно-витяжна з пристроями місцевих відсосів від обладнання, яке виробляє шкідливі фактори.

4.4.1 Розрахунок вентиляції у ковальській дільниці МРМ

У ковальській дільниці працює один робітник, тому розраховуємо вентиляцію на робочому місці коваля за умови, що за 1 год. роботи в дільниці на горні згорає 8 кг вугілля.

Допустима концентрація чадного газу в повітрі робочої зони складає 20мг/м³, в свою чергу як в атмосферному повітрі 1 мг/м³.

Визначаємо продуктивність вентиляції за формулою [12, 24]:

$$L = \frac{Qk_1 \cdot k_2}{100(\partial_{pz} - \partial_{am})} \quad (4.1)$$

де Q - маса витраченого палива,

k_1 - вміст шкідливих речовин, %

∂_{pz} і ∂_{am} - допустима концентрація токсичних речовин відповідно в робочій зоні в атмосферному повітрі

k_2 - відносний вміст СО в шкідливій речовині $k_2=0.002$

$$L = \frac{8 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 0.002}{100(20 - 1)} = 421 \frac{\text{м}^2}{\text{год}}$$

Такий рівень забезпечує осьовий вентилятор потужністю 1,1 кВт.

4.4.2 Розрахунок природного освітлення

Розрахунок природного освітлення зводиться до визначення кількості вікон для кожної ділянки МРМ.

Сумарна площа освітлюючих прорізів при боковому освітленні визначається за формулою [12, 24]:

$$\sum S_0 = \frac{S_n \cdot \ell \cdot \eta_0 \cdot k}{100 \cdot \tau_0 \cdot \iota_1} \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

де $\sum S_0$ - сумарна площа вікон, м²

S_n - площа підлоги приміщення, м²

τ_0 - загальний коефіцієнт світло пропускання матеріалу

ℓ - коефіцієнт природної освітленості, %

η_0 - світлова характеристика вікна

k - коефіцієнт, що враховує затемнення протилежними спорудами

ι_1 - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО.

Дані розрахунків для кожної ділянки МРМ наведені в табл. 4.2

4.4.3 Розрахунок штучного освітлення

При розрахунку штучного освітлення застосовують метод світлового потоку.

Цей метод дозволяє розрахувати світловий потік F_n , яким повинна світити кожна електрична лампа.

Розрахунки ведемо за формулою [12, 24]:

$$F_n = \frac{\iota \cdot k \cdot S_n \cdot E}{n_n \cdot \eta_0}, \text{ лм} \quad (4.3)$$

де k - коефіцієнт запасу,

S_n - площа підлоги приміщення, м^2

E - освітленість,

ι - коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітлення,

n_n - кількість лампочок,

η_0 - коефіцієнт використання світлового потоку.

Розрахунок кількості лампочок ведемо в табличній формі.

4.4.4 Розрахунок засобів пожежогасіння

Вибір вогнегасників для МРМ виконуємо із розрахунку 1 на 50...100 м^2 [12].

Дані зводимо в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Потреба в засобах пожежогасіння

Назва ділянки	площа, м^2	вогнегасник		ящик з піском	бочка з водою	пожежний щит
		ОХП- 10	ОУ- 8			
1	2	3	4	5	6	7
Розбиральна	72	1	1	+	-	+
ТО і діагностування	72	1	1	+	-	+

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Ремонтно-монтажна	284	2	2	+	+	+
Ремонт двигунів	36	1	-	-	-	-
Обкатка двигунів	36	1	-	+	-	-
Ремонт електрообладнання	24	-	1	-	-	-
Склад запасних частин	14	1	-	-	-	-
Кислотна	8	1	-	-	-	-
Зарядка АКБ	12	-	1	-	-	-
Ремонт паливної апаратури	18	-	1	-	-	-
Мідно-бляхарська	26	1	-	+	-	-
Ремонт с.г. техніки	46	1	-	+	-	-
Кузня	36	1	-	+	+	-
Слюсарно-механічна	36	1	-	-	-	-

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Визначення собівартості розробки та виготовлення стенду для розбирання та складання карданних передач.

Витрати на виготовлення стенду для розбирання та складання карданних передач знаходять за формулою [1]

$$C_B = C_{ЗП} + C_M + C_{В.А.} + C_{ПР} \cdot \frac{\%HP}{100}, \quad (5.1)$$

де $C_{ЗП}$ – основна і додаткова заробітна плата працівників з нарухуваннями, яка витрачається на виготовлення стенду, грн;

C_M – вартість матеріалів і деталей, виготовлених на виготовлення стенду, грн;

$C_{В.А.}$ – вартість вузлів і агрегатів, витрачених на виготовлення стенду, грн;

$З_{ПР} = (C_{ЗП} + C_M)$ – прямі витрати на виготовлення стенду, грн;

$\%HP$ – відсоток накладних витрат.

Витрати на зарплату розраховують за формулою [1]

$$C_{ЗП} = C_{ОЗР} + C_{ДОД} + C_N, \quad (5.2)$$

де $C_{ОЗР}$ – основна заробітна плата, грн;

$C_{ДОД}$ – додаткова заробітна плата, грн;

C_N – нарухування на заробітну плату, грн.

Основну заробітну плату розраховують, виходячи з норм часу, розрядів робіт і тарифних ставок, за формулою [12, 24].

$$C_O = \frac{\sum t_{j1} \cdot C_{P1}}{60} + \frac{\sum t_{j2} \cdot C_{P2}}{60} + \dots + \frac{\sum t_{j6} \cdot C_{P6}}{60}, \quad (5.3)$$

де $\sum t_{j1}, \sum t_{j2}, \dots, \sum t_{j6}$ – суми тривалостей операцій першого – шостого розрядів на виготовлення стенда, хв;

$C_{P1}, C_{P2}, \dots, C_{P6}$ – погодинні тарифні ставки робітників першого – шостого розрядів, грн/год.

Приймаємо середній розряд роботи – 4, а середню погодинну тарифну ставку – 102,04 грн/год; трудомісткість виготовлення пристрою – 126 люд·год.

Тоді на підставі формули (5.3) одержимо:

$$C_{OЗР} = 102,04 \cdot 126 = 12857,14 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05 \dots 0,08) \cdot C_{OЗР} = 0,065 \cdot 12857,14 = 835,71 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальний захист ($C_{ВЗП}$):

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗР} + C_{ДЗП}) = 0,044 (12857,14 + 835,71) = 602,49 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата виробничих працівників буде становити

$$C_{ЗПН} = 12857,14 + 835,71 + 602,49 = 14295,34 \text{ грн.}$$

Враховуючи, що сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт складає $T_{кон} = 98$ люд·год., а середня годинна заробітна плата конструкторів і технологів $З_{ce} = 112,24$ грн. отримаємо.

$$C_{OЗК} = 98 \cdot 112,24 = 11000,00 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05 \dots 0,08) \cdot C_{OЗК} = 0,065 \cdot 11000 = 715,00 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальний захист ($C_{ВЗП}$):

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗК} + C_{ДЗП}) = 0,044 \cdot (11000 + 715) = 515,46 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата інженерно-технічного персоналу буде становити

$$C_{ЗПН} = 11000 + 715 + 515,46 = 12230,4 \text{ грн.}$$

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються для виготовлення пристрою визначається за виразом [1]:

$$C_m = \sum M_m \cdot C_m \cdot A_m; \quad (5.4)$$

де C_m – ціна матеріалу (для сталі $C_m = 51$ грн./кг., для фарби $C_m = 80$

грн./кг.,

A_m – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати ($A_m = 1,1$);

M_m – маса матеріалу (для сталі $M_m = 124$ кг, для фарби $M_m = 4$ кг).

За формулою (5.4) отримаємо

$$C_M = (124 \cdot 51 + 4 \cdot 80) \cdot 1,1 = 7308,40 \text{ грн.}$$

Тоді прямі витрати

$$З_{\text{пр}} = C_{\text{ЗП}} + C_M = 14295,34 + 12230,46 + 7308,40 = 33834,20 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

До виробів, що слід закупити, відносять електричний блок керування вартістю 550 грн., два клапани загальною вартістю 900 грн, два крани вартістю 700 грн, проводи загальною вартістю 540 грн.

Таким чином, маємо $C_{B,A} = 2690$ грн.

Приймаємо відсоток накладних витрат $\%HP = 50\%$ [12; 27]

Тому за формулою (5.1) отримаємо

$$C_B = 14295,34 + 12230,46 + 7308,40 + 2690 + \frac{50 \cdot 33834,20}{100} = 53441,30 \text{ грн.}$$

Визначення балансової вартості пристрою здійснюється за виразом:

$$B_в = K_n \cdot C_B, \quad (5.6)$$

де K_n – коефіцієнт переводу у балансову вартість, $K_n = 1,2$.

За формулою (5.6) отримаємо

$$B_B = 1,2 \cdot 53441,30 = 64129,57 \text{ грн.}$$

Визначення річного економічного ефекту від застосування пристрою під час технічного обслуговування.

Річний економічний ефект від впровадження пристрою у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості під час виконання технологічних операцій розбирання-складання колінчастих валів вантажних автомобілів на 45 хв. $\approx 0,75$ год.

Визначення економічного приросту за рік від впровадження пристрою

здійснюється за виразом [1]:

$$E_p = (\Delta T \cdot C_{IV}) \cdot W_p, \quad (5.7)$$

де ΔT – зменшення трудомісткості технічного обслуговування внаслідок використання запроєктованого пристрою, $\Delta T = 0,75$ люд.·год;

C_{IV} – годинна тарифна ставка робітника четвертого розряду,
 $C_{IV} = 122,45$ грн;

W_p – річна програма технічного обслуговування, $W_p = 250$ од.

За формулою (5.7) отримаємо

$$E_p = 0,75 \cdot 122,45 \cdot 205 = 19898,13 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень.

Термін окупності капітальних вкладень розраховують за формулою:

$$T_{ок} = \frac{B_B}{E_p}, \quad (5.8)$$

За формулою (5.8) отримаємо

$$T_{ок} = \frac{64129,57}{19898,13} = 3,22 \text{ року.}$$

ВИСНОВКИ

1. Аналіз конструкції показав, що карданні передачі конструктивно однакові по будові і принципу роботи.
2. Технологічний процес ремонту карданної передачі потребує спеціального технологічного обладнання та інструментів. Тому для правильної організації процесу ремонту карданних передач в першу чергу правильно організувати ділянку по їх ремонті.
3. Запропонований нами стенд дасть змогу зменшити трудомісткість процесу ремонту карданної передачі під час виконання технологічних операцій розбирання-складання карданних валів вантажних автомобілів
4. Впровадження запропонованих заходів з охорони праці шляхом попередження виникнення можливих небезпечних ситуацій, дасть змогу зменшити рівень виробничого травматизму.
5. Економічні розрахунки показують, що термін окупності капітальних вкладень становить 3,22 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П., Польотов В.А., Рижов В.Г. Економіка ремонтного підприємства; За ред.. В.К. Аветісяна. Харків, ХНТУСГ, 2005. 389 с
2. Біліченко В.В. Матеріали для сервісу та ремонту автомобілів: навчальний посібник [Електронний ресурс]. URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/bilichenko_servis_ta_remont_avto/index.html#
3. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі: Підр. для вищ. агр. закл. освіти II-IV рівнів акредитації за напрямом "Агрономія" / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча. Київ: Урожай, 2002. 324с.
4. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І., Войцехівський С.О. «Трактори та автомобілі», Київ; Вища освіта 2003р.; с.18-22
5. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. «Трактори і автомобілі» Київ. Урожай 2002р.; с.8,11-12.
6. Будова автомобіля і трактора. Частина 3. (Трансмісія, механізми керування, ходова частина). Посібник до лабораторних робіт: для студентів технологічного факультету / Укл. Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Бивалькевич Л.М. Чернігів: ЧНПУ, 2015. 108 с.
7. Деталі машин. Конспект лекцій : навч. посіб. / В. О. Малащенко, Б. В. Сологуб ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. 152 с.
8. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів : навч. посіб. / В. О. Малащенко, В. В. Янків. Львів: Новий Світ-2000, 2013. 264с.
9. Діагностика і технологія ремонту автомобілів: підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
10. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009. 264 с.
11. Захарчук О.В. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів / Олег Вікторович Захарчук. Луцьк :

ІВВ Луцького НТУ, 2017. 140 с.

12. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.

13. Кисликов В.Ф., Луцик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. Київ : Либідь, 2018. 400 с.

14. Костів Б.І. Експлуатація автомобільного транспорту: Підручник. Львів: Світ, 2004. 496с.

15. Лебедев А.Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.1 «Автотракторні двигуни», Київ; Вища школа 2000р.; с.7-9.

16. Лебедев А.Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.3 «Автотракторні двигуни», Київ; Вища школа 2000р.; с.9-13.

17. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія : підручник / Лудченко О.А. Київ : Вища школа, 2007. 527 с.

18. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. Київ : Знання-Прес, 2004. 478 с. : іл.

19. Сукач О.М., Миронюк О.С., Паславський Р.І. Шевчук В.В. Методичні рекомендації до виконання дипломних проєктів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 274 "Автомобільний транспорт". Львів. ЛНУП. 2023. 50 с.

20. Підручник: Кисликов В.Ф., Луцик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. Київ: Либідь, 2013. 400 с.

21. Ремонт автомобілів: навч. посіб., кн. 1/ В. Я. Чабанний, С. О. Магопець, О. Й. Мажейка та ін.; за ред. В. Я. Чабанного. Кіровоград: Центральноукраїнське вид-во, 2007. 392 С.

22. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с

23. Сирота В. І., Сахно В.П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія: Навчальний посібник. 2 – ге видання, виправлене та доповнене. Київ: Арістей,

2008.288с.

24.Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зачарний В.В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2003. 472 с.

25.Черновол М.І., Чабанний В.Я. та ін. Технічна експлуатація автомобілів: Лабораторний практикум. Кіровоград: РВП КНТУ, 2007. 125 с.

26.Класифікація вантажних автомобілів URL: <https://dolphincargo.com.ua/ua/klasifikaciya-vantazhnikh-avtomobiliv/> (дата звернення: 18.01.2024).

27. Типи і види вантажних автомобілів. URL: <https://specmash.org.ua/article/tipi-i-vidi-vantazhnikh-avtomobiliv> (дата звернення: 4.04.2024).

28.Типи та види вантажних автомобілів. URL: <https://www.soloviy-trans.com.ua/dlia-zamovnykiv/chy-znaiete-vy/typy-ta-vydy-vantazhnykh-avtomobiliv> (дата звернення: 5.04.2024).

29.Вантажні автомобілі, нові моделі. Київ. URL: <https://vidi.ua/ua/new-truck/all/?page=2> (дата звернення: 9.03.2024)

30.Автомобілі КрАЗ. URL: <https://www.autokraz.com.ua/index.php/uk/produksiya/automobile/civil> (дата звернення: 8.03.4).

31. Вантажівки MAN. URL: <https://man-ag.com.ua/uk/main/truck/> (дата звернення: 8.02.2024).